

VI стручно советување  
со меѓународно учество

**ПОДЕКС-ПОВЕКС '12**



ЗРГИМ  
Здружение на рударски и геотехнички  
инженери на Република Македонија



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
Факултет за природни и технички науки  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Штип

**ЗБОРНИК  
НА ТРУДОВИ**

# ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ



23 и 24  
ноември  
2012 година  
ШТИП



**ЗРГИМ**

**VI<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО  
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

## **ПОДЕКС – ПОВЕКС '12**

**23 – 24. 11. 2012 година  
Штип**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

# **ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

Зборник на трудови:

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

**Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија**

Главен и одговорен уредник:

**Проф. д-р Зоран Десподов**

За издавачот:

**Љупчо Трајковски, дипл.руд.инж.**

Техничка подготовка:

**Асс. м-р Стојанче Мијалковски**

**Доц. д-р Николинка Донева**

**Асс. м-р Благица Донева**

Изработка на насловна страна:

**Дејан Николовски**

Печатница:

**Графо Продукт, Скопје**

Година:

**2012**

Тираж:

**120 примероци**

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување на тема "Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини" со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'12 (6 ; 2012 ; Штип)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини : зборник на трудови / VI-то стручно советување на тема "Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини" со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'12 23-24.11.2012 година Штип ; [главен и одговорен уредник Зоран Десподов]. - [Скопје]:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2012. - 268 стр. : илустр. ; 30 см

Библиографија кон трудовите

ISBN 978-9989-2921-8-7

а) Рударство - Подземна експлоатација - Минерални сировини -

Собири

COBISS.MK-ID 92669450

***Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга биде репродуциран, снимен или фотографиран без дозвола на авторите и издавачот.***



## ОРГАНИЗАТОР:

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ  
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

## ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

### **Претседател:**

Љупчо Трајковски, ЗРГИМ-Скопје

### **Потпретседатели:**

Проф. д-р Зоран Десподов, Институт за рударство, ФПТН, УГД-Штип;

Проф. д-р Ристо Дамбов, Институт за рударство, ФПТН, УГД-Штип

### **Извршен секретар:**

Асс. м-р Стојанче Мијалковски, Институт за рударство, ФПТН, УГД-Штип;

### **Членови:**

Доц. д-р Дејан Мираковски, Институт за рударство, ФПТН, УГД-Штип;

Проф. д-р Орце Спасовски, Институт за геологија, ФПТН, УГД-Штип;

Борче Гоцевски, Рудник САСА ДОО, Македонска Каменица;

Мише Кацарски, ИММ Рудници ЗЛЕТОВО, Пробиштип;

Благоја Георгиевски, РЕК Битола, Битола

Драган Насевски, ГИМ, Скопје;

Чедо Ристовски, Рудник САСА ДОО, Македонска Каменица;

Миле Пејчиновски, ИММ Рудник ТОРАНИЦА, Крива Паланка;

Зоран Костоски, МАРМО БЈАНКО, Прилеп.



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**VI<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '12**

Штип  
23 – 24. 11. 2012 год.

## **ФУНКЦИОНАЛНА ЗАВИСНОСТ НА ТРОШОЦИТЕ ПРИ ИЗРАБОТКА НА ХОРИЗОНТАЛНИ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ**

### **FUNCTIONAL DEPENDENCY OF THE EXPENDITURE FOR CONSTRUCTION OF HORIZONTAL MINING FACILITIES**

**Николинка Донева<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>1</sup>, Марија Хаџи Николова<sup>1</sup>,  
Стојанче Мијалковски<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет "Гоце Делчев", Факултет за природни и технички науки, Институт  
за рударство, Штип, Р. Македонија

**Апстракт:** Значајно место во вкупните трошоци за добивање на тон руда имаат трошоците за изработка на капиталните рударски простории. Токму поради тоа во овој труд се презентирани резултатите од неговото научно истражување. Во него се утврдени трошоците за изработка на хоризонтални рударски простории со различна големина на попречен пресек, кои минуваат низ работна средина со различни структурни карактеристики. На основа вака добиените податоци е утврдена двопараметарска функционална зависност на трошоците за изработка.

**Клучни зборови:** попречен пресек, научно истражување, карпи.

## **1. ВОВЕД**

Во тек на долгата рударска пракса се дошло до сознание дека во рамки на ист вид на карпест материјал се среќаваат зони со различни структурни карактеристики. Различните карактеристики условуваат и различна стабилност на карпестиот материјал при извршување на различни операции, како при експлоатација, така и при изработка на подземни рударски објекти. Во зависност од капацитетот рударските простории имаат различен попречен пресек. Промената на едниот и на другиот праметар влијае на трошоците за изработка на рударските простории.

## **2. АНАЛИЗА НА ИЗРАБОТКА НА ХОРИЗОНТАЛНА РУДАРСКА ПРОСТОРИЈА**

Како работна средина во која се врши изработката е избран гнајсот. Во табела 1 се дадени физичко-мехнички карактеристики, добиени со лабораториски испитувања, кои се потребни за спроведување на ова истражување и тоа:



волуменска тежина  $\gamma$  [MN/m<sup>3</sup>], еднооксијална притисна цврстина  $\sigma_c$  [MPa], цврстина на затегнување  $\sigma_t$  [MPa], кохезија C [MPa], агол на внатрешно триење  $\varphi$  [°], Поасонов коефициент  $\nu$  и модул на еластичност E [MPa].

Табела 1. Физичко-механички карактеристики на усвоената работна средина

ОПИС	$\gamma$ [MN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_t$ [MPa]	C [MPa]	$\varphi$ [°]	$\nu$	E [MPa]
гнајс	0,0275	127	14,50	20,5	37,5	0,170	42000

Усвоени се три степени на испуканост кај работната средина гнајс според податоците дадени во табела 2.

Табела 2. Еднооксијална притисна цврстина на карпест материјал

Раб. сред.	Едноакс. прит. цврст. на примерок $\sigma_c$ [MPa]	Раст. меѓу пукнат. l [m]	Број на пукнатини на 1m' $J_n$ [br./m']	Фактор на пукнат. $J_f$	Едноакс. прит. цврст. на матер. $\sigma_{cm}$ [MPa]	Ознака за раб. сред. во моделот
гнајс	127	0,45	2,22	57,96	80	A
		0,35	2,86	74,52	70	B
		0,30	3,33	86,94	63	C

Еднооксијалната притисна цврстина за усвоените три степени на испуканост кај гнајсот е пресметана со помош на образец:

$$\frac{\sigma_{cm}}{\sigma_c} = e^{-0,008 \cdot J_f}, [\text{MPa}] \quad (1)$$

каде се:

$\sigma_{cm}$  - еднооксијалната притисна цврстина на карпест материјал, [MPa];

$\sigma_c$  - еднооксијалната притисна цврстина на монолит, [MPa];

$J_f$  - фактор на пукнатините.

$$J_f = \frac{J_n}{n \cdot r}, \quad (2)$$

каде се:

$J_n$  - број на пукнатини на еден метар, [br./m'];

n - параметар на наклонот, зависи од наклонот на рамнината на пукнатините спрема правецот на поголемото главно напрегање (таб. 3);

r - параметар на цврстината на пукнатините,  $r = \tan \varphi$ .

Табела 3. Параметар на наклон на пукнатините

Агол на оријент на пукнатин, $\beta$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n	0,82	0,46	0,11	0,05	0,09	0,30	0,46	0,64	0,82	0,95

Усвоени се и три големини на попречен пресек:

1) големина на попречен пресек на хоризонталната рударска просторијата од  $S = 10,10 \text{ m}^2$  - ознака 1;

2) големина на попречен пресек на хоризонталната рударска просторијата од  $S = 13,73 \text{ m}^2$  - ознака 2;

3) големина на попречен пресек на хоризонталната рударска просторијата од  $S = 16,68 \text{ m}^2$  - ознака 3.

На овој начин се добиваат девет варијанти на хоризонтални рударски простории, чија изработка беше разгледана.

За да се добијат податоци кои ќе можат да се споредат потребно е останатите влијателни параметри во системот на изработка на рударска просторија да бидат исти кај сите рударски простории [3].

Како **фиксни параметри** во системот на изработка ќе влезат:

- формата на попречниот пресек на рударската просторија - високозасводена;
- просечната длабочина на трасата на истата – 500 m;
- век на употреба на рударската просторија – релативно долг;
- ниво на механизираниост на процесот на изработка – релативно воедначен степен на механизираниост, при што се внимава габаритите на механизацијата да одговараат на димензиите на попречниот пресек на просторијата;
- организација на работа – ќе се примени врзан технолошки циклус со точно времетраење на работните операции;
- метода за пробивање на рударската просторија – со примена на дупчечко-минерски работи;
- оспособеност на работниот персонал – релативно добро обучен;
- времетраење на една смена и број на смени на ден – во пресметките ќе се оди со 6 ефективни часа на смена и три смени на ден.

### 3. ПАРАМЕТРИ НА ОДДЕЛНИТЕ РАБОТНИ ОПЕРАЦИИ

Кај сите варијанти дупчотините се со пречник  $\varnothing 45$  mm, освен централната, која има пречник  $\varnothing 64$  mm. Применет е призматичен тип на залом со празна централна минска дупка. За минирање ќе се примени експлозив AMONEKS-3, производство на „Troyal“ корпорација од Крушевац, Р.Србија. За помошните и заломните мински дупчотини ќе се користат патрони со пречник  $\varnothing 38$  mm, а за периферните мински дупчотини ќе се користат патрони со пречник  $\varnothing 28$  mm. Пресметките за потребните дупчечко-минерски параметри се направени по исти обрасци и проверени со искуствени податоци (ова важи за сите работни операции) за сите варијанти и дадени се во табела 4.

После дупчечко - минерските работи следува пауза од 30 min (време усвоено за сите варијанти), кога со помош на компресиони ЛВС работилиштето се ослободува од запрашеноста и штетните гасови од минирањето. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 5.

Кај работната операција товарење и транспорт како влезен податок е количината на одминиран материјал од едно минирање, во растресита состојба. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 6.

За подградување ќе се примени еластична подграда (прскан бетон + челична мрежа + анкери)[2]. Застапеноста на оделните елементи на подградата зависи од направените пресметки за потребна носивост на подградата, во зависност од карактеристиките на работната средина. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 7.

#### 4. ПРЕСМЕТАНИ ТРОШОЦИ ЗА ИЗРАБОТЕН МЕТАР ДОЛЖЕН ХОРИЗОНТАЛНА ПРОСТОРИЈА

На основа на утврдените параметри, поединечните цени за потрошените материјали, набавните цени на механизацијата и цената на бруто дневница утврдени се трошоците на одделните работни операции кај сите варијанти на хоризонтална рударска просторија (табела 8).

#### 5. ОРЕДУВАЊЕ НА ФУНКЦИОНАЛНАТА ЗАВИСНОСТ НА ТРОШОЦИТЕ ЗА ИЗРАБОТКА НА ХОРИЗОНТАЛНА РУДАРСКА ПРОСТОРИЈА ОД ВИДОТ НА РАБОТНАТА СРЕДИНА И ГОЛЕМИНАТА НА ПРОФИЛОТ

Врз основа на пресметаните вредности за трошоците за изработка на хоризонталните рударски простории од сите 9 варијанти (табела 8), со помош на компјутерскиот програм OM Explorer, надградба на Excel програмот, одредена е функционална зависност на трошоците за изработка од видот на работна средина и големината на профилот, во следната форма:

$$z = c + ax + by \quad (1)$$

каде што, независни променливи се:

$x$  – едноаксијална притисна цврстина на карпестата маса, [MPa];

$y$  – големина на профилот на просторијата, [ $m^2$ ],

$a$  – зависно променлива е:

$z$  – трошоците за изработка на хоризонталната рударска просторија, [€/m'],  
додека:

$c$  – слободен член;

$a$  и  $b$  – коефициенти независните променливи.

При тоа се добиени следниве вредности за коефициентите:

$$c = 381,841$$

$$a = -0,729$$

$$b = 14,292$$

$$z = 381,841 - 0,729x + 14,292y \quad (2)$$

Оваа функционална зависност е претставена графички на слика 1.



Табела 4. Дупчечко - минерски параметри

Ред бр.	Параметар	Единица	ВАРИЈАНТИ								
			А			В			С		
			Подваријанти			Подваријанти			Подваријанти		
			A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
1.	Број на мински дупчотини	бр.	29	33	40	29	33	38	27	32	37
2.	Должина на минска дупка	m	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
3.	Должина на напредување од 1 минирање	m	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
4.	Вкупна должина на мински дупчотини	m	78,3	89,10	108,0	78,3	89,10	102,6	72,9	86,40	99,9
5.	Вкупно време за дупчење и минирање	h	4,08	4,47	5,16	4,08	4,47	5,00	3,88	4,37	4,86
6.	Вкупно време за дупчење и минирање за m'	h/m'	1,77	1,94	2,24	1,77	1,94	2,17	1,69	1,90	2,11
7.	Волумен на материјал во растр. состојба	m <sup>3</sup>	36,6	49,80	60,45	36,6	49,80	60,45	36,6	49,80	60,45
8.	Маса на ископот	t	67,10	91,30	110,83	67,10	91,30	110,83	67,10	91,30	110,83
9.	Вкупна количина на експлозив за 1 минир.	kg	54,60	61,30	77,70	48,80	54,40	64,40	45,6	52,40	62,40
10.	Специфична потрошувачка на ел. детонат.	det./m'	12,17	13,91	16,96	12,17	13,91	16,09	11,3	12,48	15,65
11.	Потрошувачка на експлозив по 1 m' ходник	kg/m'	23,74	26,65	33,78	21,22	23,65	28,00	19,83	22,78	27,13
12.	Број на работници за дупчење и минирање	бр.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13.	Норматив за надници за дупчење и минирање	надн/m'	0,89	0,97	1,12	0,89	0,97	1,09	0,84	0,95	1,06

Табела 5. Вентилациски параметри

Параметар	Големина на попречен пресек 1	Големина на попречен пресек 2	Големина на попречен пресек 3
Вентилатород тип Ziron 7-30/2 [бр.]	1	1	2
Мокност на електромоторот на вентилаторот [kW]	30	30	2x30
Работен притисок - $H_v$ [Pa]	2674	743	1064
Проток на вентилатор - $Q_v$ [m <sup>3</sup> /s]	9,3	12	22
Количина воздух на работно чело - $Q_c$ [m <sup>3</sup> /s]	8,86	11,74	20,98
Дијаметар на цевковод - d [m]	0,7	1	1,2
Должина на една цевка [m]	1	1	1

Табела 6. Параметри за работна операција товарење и транспорт

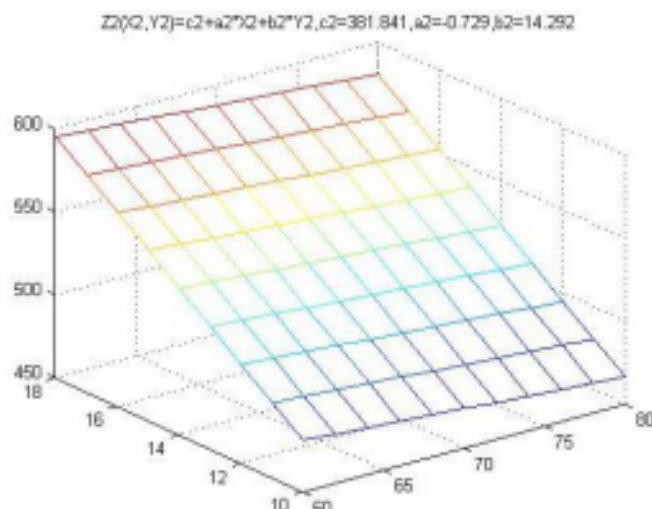
Ред бр.	Параметар	Единица	ВАРИЈАНТИ											
			А			В			С					
			Подваријанти			Подваријанти			Подваријанти					
			A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3			
1.	Волумен на материјал во растресита состојба од едно минирање	m <sup>3</sup>	36,60	49,8	60,45	36,60	49,8	60,45	36,60	49,8	60,45			
2.	Маса на материјал од едно минирање	t	67,10	91,30	110,83	67,10	91,30	110,83	67,10	91,30	110,83			
3.	Волумен на лопатата на LHD машината	m <sup>3</sup>	1,9	2,7	4,8	1,9	2,7	4,8	1,9	2,7	4,8			
4.	Коефициент на полнење на LHD машината		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85			
5.	Носивост на LHD машината	t	3,6	6,8	10,2	3,6	6,8	10,2	3,6	6,8	10,2			
6.	Број на циклуси за материјал едно минирање на LHD машината	ciklusi	23	22	14	23	22	14	23	22	14			
7.	Вкупно време за товарење и транспорт на материјал од 1 минирање со LHD машината	min	79,2	75,9	50,1	79,2	75,9	50,1	79,2	75,9	50,1			
8.	Носивост на JK	t	15,4	20	30	15,4	20	30	15,4	20	30			
9.	Број на циклуси за едно минирање на JK	ciklusi	5	6	5	5	6	5	5	6	5			
10.	Вкупно време за транспорт на материјал од едно минирање со JK	min	90,1	101,7	75,8	90,1	101,7	75,8	90,1	101,7	75,8			
11.	Време за товарење и транс. во часови за 1 m'	h/m'	1,22	1,30	0,91	1,22	1,30	0,91	1,22	1,30	0,91			
12.	Број на работници за товарење и транспорт	br.	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
13.	Норматив за надници за тов и тран по m'	padh/m'	0,41	0,49	0,3	0,41	0,49	0,3	0,41	0,49	0,3			

Табела 7. Параметри за работна операција подградување

Ред бр.	Параметар	Единица	ВАРИЈАНТИ								
			А			В			С		
			Подваријанти			Подваријанти			Подваријанти		
			A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
1.	Полупречник на просторијата	m	1,6	1,8	2,0	1,6	1,8	2,0	1,6	1,8	2,0
2.	Радиус на распука зона	m	1,674	1,88	2,09	1,78	2,01	2,23	1,86	2,10	2,33
3.	Потребна носивост на подградата	MPa	4,7	4,7	4,7	3,8	3,8	3,8	3,3	3,3	3,3
4.	Носивост на прстен од матична карпа	MPa	10,2	10,3	10,2	9,3	9,3	9,2	8,4	8,4	8,4
5.	Вкупна носивост на подградата	MPa	10,75	10,71	10,59	9,84	9,8	9,68	8,99	8,95	8,83
6.	Должина која се подградува наеднаш	m	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
7.	Вкупно време за подградување на 9,2 m	h	11,2	12,3	13,1	11,7	12,9	13,8	12,2	13,4	14,4
8.	Потрошувачка на цемент за 1 m <sup>3</sup> ходник	kg/m <sup>3</sup>	257	297	327	293	339	374	293	339	374
9.	Потрошувачка на песок за 1 m <sup>3</sup> ходник	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,72	0,83	0,91	0,82	0,95	1,04	0,82	0,95	1,04
10.	Потрошувачка на акцелератор за 1 m <sup>3</sup> ходник	kg/m <sup>3</sup>	13	15	17	15	17	19	15	17	19
11.	Потрошувачка на ч. мрежа за 1 m <sup>3</sup> ходник	kg/m <sup>3</sup>	20,39	23,56	26,02	20,39	23,56	26,02	20,39	23,56	26,02
12.	Потрошувачка на анкери за 1 m <sup>3</sup> ходник	br./m <sup>3</sup>	4	5	6	4	5	6	5	6	6
13.	Вкупно време за подградување на 1m <sup>3</sup>	h/m <sup>3</sup>	1,5	1,6	1,7	1,5	1,7	1,8	1,6	1,7	1,9
14.	Број на работници кои работат на подградув.	br.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15.	Норматив на надници за подградување	надп/m <sup>3</sup>	0,73	0,80	0,86	0,76	0,84	0,90	0,79	0,87	0,94

Табела 8. Вкупни трошоци за изработка на 1 m<sup>3</sup> хоризонтална рударска просторија

Трошоци за изработка [€/m <sup>3</sup> ]	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Трошоци за дупчење и млирање	141,43	153,06	172,08	138,66	149,76	164,85	136,26	148,37	163,46
Трошоци за проветрување	17,00	22,72	37,34	17,10	22,83	37,59	17,19	22,94	37,83
Трошоци за товарење и транспорт	104,78	105,53	102,26	104,78	109,93	102,26	104,78	109,93	102,26
Трошоци за подградување	164,09	185,72	203,38	173,00	196,01	214,74	179,26	203,25	222,73
Трошоци за помошни работни операции	42,10	45,37	49,00	42,72	46,07	49,29	43,03	46,62	49,91
<b>Вкупни тошоци за изработка на 1 m<sup>3</sup> хоризонтална рударска просторија</b>	<b>469,41</b>	<b>516,81</b>	<b>564,05</b>	<b>476,26</b>	<b>524,62</b>	<b>568,73</b>	<b>480,52</b>	<b>531,11</b>	<b>576,18</b>



Слика 1. Функционална зависност на трошоците за изработка на хоризонтална рударска просторија од видот на работната средина и големината на профилот кај работна средина „В“

## 6. ЗАКЛУЧОК

Од изнесените резултати може да се заклучи дека различните структурни карактеристики кај ист тип на карпест материјал, како и разликите во големината на попречниот пресек, доведува до разлики во трошоците за изработка на 1 m' хоризонтална рударска просторија. При што кај работни средини помала испуканост најголеми се трошоците за дупчење и минирање, како расте испуканоста овие трошоци опаѓаат, а за сметка на нив растат трошоците за подградување. Вакви разлики се јавуваат поради фактот што барањата во поглед на дупчење и минирање се поголеми кај поцврсти средини, додека колку средината е поиспукана и послаба толку се поголеми барањата за подградување. Трошоците за изработка растат со зголемување на попречниот пресек на просторијата. Утврдената двопараметарска функционална зависност има практична примена за пресметка на трошоците за изработка на хоризонтални рударски простории, кои пак претставуваат важна компонента во основните вложувања, при изградба и опремување на еден рудник.

## КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Brady, B., Brown, E.T. *Rock mechanics for underground mining*. University of Western Australia. Queensland, Australia: e-book..
- [2] Донева, Н., Веселиновски, П., Мијалковски, С. (2008). *Компаративна анализа за подградување на хоризонтална рударска просторија со еластична и дрвена подграда*. II стручно советување на тема: Технологија на подземна експлоатација на минерални сировини - ПОДЕКС '08, СРГИМ, М. Каменица.
- [3] Донева, Н. (2011). *Методологија за утврдување на функционалната зависност на трошоците од видот на работната средина и големината на профилот при изработка на хоризонтална рударска просторија*. Докторска дисертација. Универзитет „Гоце Делчев“ Штип.